



GRADO DE MAESTRO EN EDUCACIÓN PRIMARIA

CURSO ACADÉMICO

2020/2021

“Aplicación de una metodología de aprendizaje basada en la indagación para
la enseñanza de la sismología en Educación Primaria”

*“Application of an inquiry-based learning methodology to teach seismology in
Primary Education”*

Autor: Daniel Villegas Borge

Directora: Laura Rodríguez Rodríguez

Junio 2021

Índice

Resumen	2
Abstract	3
1. Introducción	4
2. Estado de la cuestión y relevancia del tema.....	7
3. Objetivos del trabajo de investigación	10
4. Marco teórico sobre Sismología	10
4.1. La sismología.....	11
4.2. Los Terremotos	12
4.2.1. Teoría del rebote elástico	14
4.3. Tipos de terremotos.....	15
4.4. Los terremotos en nuestro país	17
4.5. Principales fallas activas de la Península ibérica	19
5. Características y desarrollo de la investigación	21
5.1. Objetivos.....	21
5.2. Estrategias metodológicas	22
5.3. Propuesta didáctica	22
5.4. Competencias.....	22
5.5. Actividades de la propuesta didáctica	23
5.6. Criterios de evaluación.....	32
5.7. Instrumentos de calificación	32
5.8. Planteamientos específicos a desarrollar en relación con la atención a la diversidad	32
6. Conclusión / reflexión sobre la metodología	33
7. Bibliografía.....	35
8. Anexos	38

Resumen

En este trabajo de fin de grado presento una propuesta didáctica basada en la aplicación de una metodología indagativa para el aprendizaje de la sismología en el sexto curso de Educación Primaria, utilizando el método científico. Aunque este contenido no está contemplado directamente en el currículo de Cantabria, se podría abordar en los siguientes bloques de contenidos de la materia de Ciencias de la Naturaleza: Bloque 1 *“Iniciación a la actividad científica”*, Bloque 2 *“El ser humano y la salud”*, Bloque 4 *“Materia y energía”* y Bloque 5 *“La tecnología, objetos y máquinas”*. También se puede relacionar con el bloque 3 de Ciencias Sociales *“Vivir en sociedad”*.

La metodología de aprendizaje propuesta se basa en la indagación, que permite establecer una serie de etapas en el aprendizaje que crean unas estructuras de conocimiento en el alumno que perduran más en el tiempo que las conseguidas mediante el aprendizaje tradicional. Esto se consigue dirigiendo a los estudiantes en la búsqueda y la experimentación, elaborando para ello sus propias estrategias de aprendizaje que refuerzan lo aprendido, proponiéndoles la realización de actividades de tipo práctico motivadoras, de las que podrán extraer resultados que compartirán y debatirán en el aula.

Palabras clave

Educación Primaria, Aprendizaje por descubrimiento, Ciencias de la Naturaleza, aprender a aprender, competencia digital, competencia lingüística, competencia matemática, competencias cívicas y sociales, sismología, terremoto, placa tectónica, estructura, falla.

Abstract

This end-of-degree Project leads into a didactic proposal based on the application of an inquiry-based learning methodology to teach seismology in primary school, particularly focusing on pupils in sixth level. Although this subject is not directly considered in the official curriculum in Cantabria, it could be addressed in the following content blocks of Natural Sciences: Block 1 "*Initiation to scientific activity*", Block 2 "*The human being and health*", Block 4 "Matter and energy" and Block 5 "Technology, objects and machines". It could be also related to the block 3 of Social Sciences "*Living in society*".

The proposed methodology is the Inquiry-based learning, which makes it possible each pupil to gradually fix knowledge. Compared to traditional learning, this acquired knowledge remains longer than using traditional learning strategies.

This is achieved by guiding students in their search and experimentation, developing their own learning strategies that reinforce what they have learned, suggesting motivating practical activities from which they can show results that can be discussed in the classroom.

Key words

Primary Education, Inquiry-based Learning, Natural Sciences, Learning to learn competence, Digital competence, Linguistic competence, mathematical competence, civic and social skills, seismology, earthquake, plate tectonics, structure, fault.

1. Introducción

La temática escogida en este Trabajo de Fin de Grado es la sismología, que se enmarca en la temática *“Actividades experimentales en la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra en Educación Primaria”*.

Según el Decreto 27/2014, de 5 de junio, que establece el currículo de Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Cantabria, en su artículo 3, apartado h, los niños y niñas deben conocer aspectos fundamentales de las Ciencias de la Naturaleza, dado que les permiten una mejor comprensión de su entorno y el mundo en el que vivimos. Además, según el Anexo I, las Ciencias de la Naturaleza contribuyen a que se desarrollen competencias básicas en ciencia y tecnología, en donde la competencia de *aprender a aprender* cobra especial importancia cuando se abordan contenidos asociados a la forma de generar y comunicar el conocimiento científico, ya que esta competencia está directamente ligada a los procesos de investigación científica y al mero hecho de investigar.

Según Martínez (2014), el hecho de *“aprender a aprender”* supone la habilidad necesaria para construir el conocimiento y perseverar en esta actitud, permite a los estudiantes *“ser conscientes de su propio aprendizaje, de su proceso y de sus propias necesidades de aprendizaje”*, *“decidir las oportunidades disponibles y ser capaces de hacer frente a los obstáculos que se encuentren, para terminar exitosamente ese aprendizaje”* y les permite adquirir, procesar, asimilar conocimientos y capacidades, así como buscar orientaciones y hacer uso de ellas.

Puesto que la sismología no se encuentra dentro de los contenidos establecidos en el currículo de Educación Primaria y, teniendo en cuenta que su conocimiento puede ser beneficioso para entender su entorno, puede aplicarse el método científico para que el alumnado indague sobre dicho tema, utilice las nuevas tecnologías para ello, construya pequeños experimentos que le permitan entender el mundo que le rodea y pueda sacar así sus propias conclusiones, construyendo su propio conocimiento del mundo y pudiendo comunicar y compartir ese aprendizaje personal en el aula.

Teniendo en cuenta esto, la sismología se va a dar a conocer a través del trabajo en el aula, a partir de la realización de actividades que busquen la participación de todos los estudiantes, teniendo en cuenta su diversidad y diferentes ritmos y estilos de aprendizaje, permitiéndoles desarrollar estrategias propias de la metodología científica mediante la identificación de problemas, la formulación de hipótesis, la planificación y realización de actividades dirigidas a la observación, recogida y organización de la información relevante, el análisis de los resultados, la extracción de conclusiones y su comunicación, trabajando de forma cooperativa y haciendo uso de forma adecuada de los materiales y herramientas disponibles en el aula, sin que olviden en todo momento la necesidad de participar en el cuidado y conservación de la naturaleza.

Contribuir a la adquisición del desarrollo de la competencia de aprender a aprender en el área de las Ciencias de la Naturaleza será el desencadenante del aprendizaje sobre la sismología. A su vez, la expresión de los datos e ideas contribuirán al uso del lenguaje matemático y el desarrollo de la propia competencia matemática; la búsqueda y comunicación de información permitirán ayudar al fomento de la competencia digital; la utilización de un vocabulario específico en la comunicación del aprendizaje mejorará la competencia lingüística; la necesidad de planificar y experimentar para comprender los seísmos permitirán el desarrollo de la iniciativa y el espíritu emprendedor y los resultados y análisis obtenidos permitirán establecer pautas de comportamiento, en caso de presenciar un seísmo, que contribuirán al desarrollo de la competencia social y cívica, valorando positivamente en todo momento la necesidad de un progreso científico y tecnológico sostenible.

Varios son los modelos de investigación empleados en España para el desarrollo de las actividades experimentales en el aula. Conocerlos y poder aplicarlos de manera idónea van a ser las principales estrategias a emplear para que los alumnos de Educación Primaria puedan adquirir conocimientos básicos y útiles sobre sismología. Por ese motivo se presenta brevemente alguno de los modelos que puede resultar más idóneo para abordar dicho tema.

En los últimos años, los docentes de Educación Primaria han tratado de fomentar nuevas metodologías, estrategias y formas de construir o mejorar el

conocimiento del alumnado. Entre ellas podemos destacar el aprendizaje mediante la experimentación, que es abordado mediante diferentes perspectivas:

- ❖ Perspectiva constructivista: los autores Saunders y Walter (1992) la definen como una posición filosófica, en la que los alumnos, como resultado de un aprendizaje cooperativo activo, construyen su propia realidad como respuesta a experiencias sensoriales que le permiten ampliar o modificar sus esquemas mentales.
- ❖ Perspectiva *Inquiry-based learning* o aprendizaje basado en la indagación: se trata de una estrategia educativa en la que los estudiantes utilizarán y seguirán las mismas estrategias que usan los científicos profesionales, para llegar a construir su conocimiento. Hay que tener en cuenta, desde la perspectiva pedagógica, que el proceso científico es muy complejo, por lo que es necesario dividirlo en unidades interconectadas más sencillas denominadas “*inquiry phases*” y cuyo propósito fundamental es el de guiar a los estudiantes durante los procesos más importantes de la investigación (Pedaste et al., 2015).

En vista de que la posibilidad de aplicar la perspectiva *Inquiry-based learning* puede resultar complicado dada la gran cantidad de definiciones que se hacen acerca de él, un estudio realizado por Pedaste et al. (2015) permite concretar que las fases que conforman este tipo de aprendizaje son once: orientación, cuestionamiento, generación de hipótesis, planificación, observación, investigación, análisis, conclusión, discusión, comunicación y reflexión.

Estos son algunos modelos que podrían utilizarse para fomentar y construir el conocimiento de los estudiantes de forma general. Sin embargo, existen otras metodologías centradas exclusivamente en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra que habrá que tener en cuenta.

Según Jara, Cuetos y Serna (2015), para poder lograr que los estudiantes adquieran un aprendizaje significativo, sobre todo en el área de las ciencias, se deben unificar la teoría y la práctica mediante la realización de trabajos experimentales. Aluden al valor que tienen éstos, puesto que permiten conocer

el conocimiento y experiencias previas de los alumnos/as, ayudan a fortalecer los aspectos sociales, la motivación y su habilidad a la hora de resolver problemas. Se fomenta el uso de habilidades mucho más manuales y manipulativas y, además, al ilustrar la teoría, permite cambiar la visión que tienen los estudiantes sobre las ciencias. Para que el alumnado sea capaz de adquirir los contenidos, destrezas y actitudes que los docentes se plantean, los autores ven necesaria la aplicación de la actividad científica para adquirirlos. Por ello se requiere un desarrollo teórico-práctico coordinado en tiempo, tratando de lograr una correspondencia entre los conocimientos previos del alumnado con lo que experimentarán, teniendo en cuenta que se trata de lograr en todo momento que el alumnado adquiera un conocimiento escolar y no científico. Las actividades o experiencias deben fomentar una participación activa y los trabajos que realizan durante este periodo pueden ser elementos a tener en cuenta en su posterior evaluación.

Según los autores Jara, Cuetos y Serna (2015), las actividades científicas que se podrían realizar se dividen en cuatro categorías:

- **Actividades científicas de aula**

Actividades realizadas dentro del aula usual de los alumnos.

- **Actividades científicas de laboratorio**

Actividades realizadas dentro de un lugar apropiado para realizarlas, es decir, dentro de un laboratorio.

- **Actividades científicas de campo**

Estas actividades se caracterizan por realizarse fuera del aula, esto no implica que tengan que ser fuera del propio colegio, ya que alguna puede realizarse en el patio.

- **Actividades caseras**

Estas actividades son aquellas que generalmente se pueden hacer en casa, debido a que el material usado en las actividades es de uso cotidiano.

2. Estado de la cuestión y relevancia del tema

La sismología o estudio de los seísmos permite al ser humano comprender su origen, sus efectos, predecir su evolución o comportamiento y cómo

pueden influir en la naturaleza y en nuestra sociedad. Nos permite clasificar los tipos de terremotos de acuerdo con su origen y entender cómo el ser humano puede contribuir a su generación de forma voluntaria o involuntaria, con la consiguiente alteración del medio natural.

Además, la serie de terremotos recientes que han surgido en la comunidad autónoma de Andalucía, durante el mes de enero del 2021, más concretamente en la provincia de Granada, brindan la oportunidad de contextualizar el estudio de los seísmos, pero sin olvidar que este tipo de fenómenos naturales se pueden originar en toda la Península Ibérica.

La lectura del Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria, de la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la Educación Primaria, la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato, y de su concreción en el Decreto 27/2014, de 5 de junio, que establece el currículo de Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Cantabria, permite determinar que se ha omitido la enseñanza de los terremotos en los niveles de la Educación Primaria durante el periodo de vigencia de la LOMCE. Sin embargo, sí es posible abordar esta temática desde diversos aspectos del currículo, planteando su estudio desde un punto de vista interdisciplinar, es decir, mediante un proyecto que relacione contenidos contemplados en las materias de Ciencias de la Naturaleza y Ciencias Sociales.

Al tratarse de un proyecto interdisciplinar que potencia la competencia de aprender a aprender, el alumnado puede poner en práctica el método científico, introducido en el Bloque 1 *“Iniciación a la actividad científica”* correspondiente al área de las Ciencias de la Naturaleza, a la vez que se aprende sobre el contenido curricular que aparece en el bloque 2 de las Ciencias de la Naturaleza *“El ser humano y la salud”* (importancia de conocer las medidas de autoprotección ante desastres de tipo natural) o el que aparece en el Bloque 2 de las Ciencias Sociales, *“El mundo en el que vivimos”*, que tiene que ver con el conocimiento del paisaje y el estudio de la litosfera, ya que los terremotos se originan de forma natural en las zonas de

colisión de las placas tectónicas que constituyen fragmentos de litosfera en continuo movimiento y que resultan en modificaciones del paisaje (Silva, G., & Rodríguez-Pascua, Á., 2018) o la alteración del mismo, por efecto de la acción humana, cuando se realizan actividades de *fracking*, minería, construcción de presas y extracción de petróleo y gas. También pueden introducirse elementos de conocimiento de otros bloques de contenido de Ciencias Sociales como puede ser en el Bloque 3. “*Vivir en sociedad*” en donde se puede establecer la importancia los medios de comunicación en una situación de emergencia o contenidos del Bloque 4 de Ciencias de la Naturaleza, “Materia y energía”, en donde se puede estudiar cómo afecta la liberación de energía que se produce en un terremoto sobre las infraestructuras realizadas por el hombre. *En el bloque 5 de Ciencias de la Naturaleza “La tecnología objetos y las máquinas” se podría relacionar con las características que deben poseer las estructuras para ser capaces de soportar la acción de un movimiento sísmico.*

Considero que este tema puede favorecer la formación integral del alumnado en edades tempranas, puesto que la importancia de llegar a comprender y conocer qué son los terremotos, porqué se producen y en dónde se podrían originar, contribuye a que puedan tomar decisiones adecuadas en momentos inusuales. Un seísmo de cierta importancia puede llegar a producirse en cualquier parte de nuestro país (Capote et al., 2011). Como comentan los autores Ortega et al. (2006), las ideas previas erróneas de los estudiantes, por ejemplo, debido a mitos o creencias populares, podría provocar que no sean capaces de actuar de la manera correcta ante situaciones de emergencia o que ocasionen situaciones que podrían haber sido evitables en caso de habérselo enseñado en la escuela.

Un caso reciente de terremoto fue noticia en los informativos de nuestro país a comienzos de este mismo año. Dicho seísmo se produjo en la provincia andaluza de Granada y tuvo una magnitud de 4,4 en la escala de Richter. Su intensidad originó grietas en las viviendas, desperfectos en colegios, iglesias y otros edificios de la localidad, lo que obligó a sus habitantes a abandonar sus casas, llenos de miedo, porque sabían que no estaban preparadas estructuralmente para sopórtalo. (Arroyo, 2021). Según

la información recogida en el Informe de la actividad sísmica del epicentro sísmico de Atarfe-Santa Fe (ambos municipios cercanos a la capital de la provincia de Granada) (IGN, 2021), se han sentido varios terremotos en dichas poblaciones en poco tiempo. Pero cuando se consultan los movimientos sísmicos recogidos por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), se observa que no sólo se producen en Andalucía, sino también fuera de esta comunidad. Esto obliga a plantearse cuál es el nivel de comprensión que tiene la población sobre un fenómeno que puede ocurrir de forma natural en cualquier punto del territorio nacional y qué medidas de autoprotección conocen.

Dado que desde la infancia deberíamos estar preparados ante estos fenómenos, con el siguiente trabajo me planteo una serie de objetivos para que los alumnos de sexto de Primaria conozcan, mediante una actividad de tipo experimental, los aspectos científicos y sociales más relevantes de los terremotos, debido a que es en estos años cuando son más capaces de conocer y actuar de forma adecuada en caso de que se produzca un movimiento sísmico en su localidad.

3. Objetivos del trabajo de investigación

Buscar y adaptar diversas actividades experimentales relacionadas con los terremotos para que puedan ser desarrolladas en el aula con los alumnos de Educación Primaria.

Aplicar en el aula una metodología de tipo indagativo.

Concretar, mediante la realización de un proyecto, los aspectos naturales y sociales que intervienen al originarse un fenómeno sísmico.

4. Marco teórico sobre Sismología

Para poder alcanzar los objetivos de esta investigación es preciso tener en cuenta una serie de conceptos básicos que permitirán conocer al alumnado, mediante descubrimiento, la importancia del estudio de los terremotos en el aula. Dichos conceptos son lo que se presentan a continuación.

4.1. La sismología

La sismología es el estudio científico e interpretación de los seísmos (Monkhouse, 1978) y se lleva estudiando desde hace miles de años. Se han recogido evidencias de que los chinos realizaron los primeros estudios de los terremotos con el único propósito de investigar sobre la dirección de las ondas sísmicas, hace aproximadamente dos mil años (Tarbuck, Lutgens y Tasa, 2005). Fue allí donde se creó uno de los primeros sismógrafos o vasija de grandes dimensiones que contenía en su interior algún material colgado y conectado de alguna forma a los dragones que rodeaban el exterior de ésta y en cuya cabeza se situaba una bolita en equilibrio. Si sucedía algún terremoto o movimiento de tierra, alguna de las bolitas se caerían, indicando la dirección del terremoto, tal y como se aprecia en la Figura 1.



Figura 1: el primer sismógrafo (Tarbuck, Lutgens y Tasa, 2005).

Lo interesante de este aparato es su similitud con los sismógrafos que se utilizan hoy en día. Si comparásemos el instrumento elaborado por los chinos con los sismógrafos actuales, cabe mencionar que únicamente sería capaz de medir la dirección horizontal de los terremotos, sin embargo, no podría llegar a recoger datos de terremotos que se produzcan verticalmente, cosa que ya se ha solucionado en los instrumentos modernos (Tarbuck, Lutgens y Tasa, 2005).

4.2. Los Terremotos

Según Sánchez (1994) un terremoto se puede definir como *“un súbito movimiento que ha sido provocado por la relajación brusca y súbita de la energía acumulada en la litosfera”*. La litosfera es la capa más superficial de nuestro planeta y en ella la energía se desplaza en forma de ondas que causan una deformación elástica de los materiales. Según este autor, la mayor parte de los terremotos son de origen tectónico, es decir originados por movimientos de las placas tectónicas que conforman nuestro planeta, debido a la continua fricción a lo largo de los límites entre las placas tectónicas, concretamente en zonas de falla.

Otra definición que se puede realizar de los terremotos es la propuesta por Tarbuck, Lutgens y Tasa (2005), que definen a los terremotos como *“la vibración de la Tierra causada por la repentina liberación de energía por un movimiento de tierra”*. Según ellos, la energía que puede liberar este fenómeno se propaga en todas las direcciones en forma de ondas sísmicas, siendo el foco o hipocentro el lugar donde surge esa liberación de energía. Dado que la Tierra no es un cuerpo estático, ya que se ha podido comprobar cómo la corteza se ha desplazado tanto vertical como horizontalmente, los terremotos están asociados a las fallas, que son estructuras que forman parte de la litosfera, por lo que es más usual que se produzcan nuevos terremotos en éstas.

Por tanto, y acorde a las definiciones anteriores, los fenómenos que se originan en las fallas se pueden explicar a partir de la Teoría de la Tectónica de Placas, la cual afirma que la litosfera está dividida en grandes zonas separadas entre sí, pero que se mueven continuamente a un ritmo muy lento. Las placas, a consecuencia de los movimientos convectivos del manto, tal y cómo se pueden ver en la Figura 2, se desplazan y llegan a rozar y chocar entre sí provocando las fallas y la mayor parte de los terremotos (Tarbuck, Lutgens y Tasa, 2005).



Figura 2: Modelo de corrientes de convección (Tarbuck, Lutgens y Tasa, 2005).

Los terremotos de gran magnitud pueden advertirse previamente gracias a los denominados seísmos precursoros que, en ocasiones, ayudan a su predicción. Además, al terremoto principal suelen seguirle otros temblores de menor intensidad denominados réplicas, que pueden llegar a destruir aquellas estructuras que hayan sido dañadas por el terremoto principal.

Además, los terremotos pueden ser cuantificados de dos formas distintas, según su intensidad y su magnitud. La intensidad dependerá de los daños que pueden llegar a causar y la magnitud se estima a partir de los datos captados por los sismógrafos, que permiten calcular cuánta energía ha sido liberada durante el evento (Tarbuck, Lutgens y Tasa, 2005).

En los terremotos podemos reconocer su punto de origen, denominado punto de ruptura inicial o foco. Éste suele estar a mucha profundidad y se propaga en una o dos direcciones horizontales a lo largo de la falla (Figura 3). Los deslizamientos pueden ocurrir en cualquier parte de una falla y se caracterizan por suceder a grandes velocidades en un espacio de tiempo muy corto, es decir, son fenómenos prácticamente instantáneos, quedando confinados en una zona limitada que puede extenderse a lo largo de la falla (Tarbuck, Lutgens y Tasa, 2005).

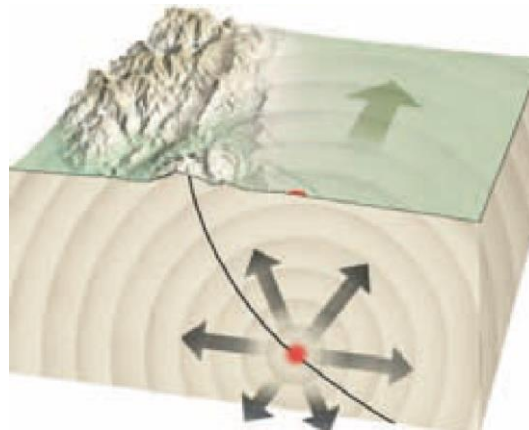


Figura 3: Diagrama mostrando la diferencia entre foco o hipocentro y el epicentro de un terremoto (Tarbuck, Lutgens y Tasa, 2005).

Si los deslizamientos se producen en las superficies de las fallas, se originan terremotos pequeños, la zona de ruptura se propaga fácilmente y el terremoto dura poco tiempo. Por el contrario, si un terremoto es grande, el deslizamiento se ha producido en una gran sección de la falla, pudiendo llegar a medir varios kilómetros de longitud y provocando así que la duración del terremoto sea mayor. Dicho deslizamiento se detiene cuando la ruptura llega hasta una cierta sección de la falla en la cual las rocas no han sido tan deformadas como las que se encuentran en la falla. También puede parar si se encuentra con una discontinuidad en la falla o si existe una doblez bastante grande capaz de detenerlo (Tarbuck, Lutgens y Tasa, 2005).

4.2.1. Teoría del rebote elástico

Una de las fallas más importantes: la falla de San Andrés

Posiblemente, la Falla de San Andrés, en Estados Unidos, sea uno de los sistemas de fallas más estudiado en las últimas décadas. Allí puede observarse la denominada “*reptación de falla*”, en donde se originan desplazamientos graduales de tierras, con gran lentitud, originando terremotos de pequeña a moderada magnitud. También se pueden observar en ella segmentos bloqueados que almacenan energía elástica durante cientos años y que, cuando se rompen, provocan terremotos de gran magnitud debido al denominado efecto “*stick slip*” (Tarbuck, Lutgens y Tasa, 2005).

Según la Teoría del Rebote Elástico de H. F. Reid, de la Universidad Johns Hopkins, este fenómeno es causado por el comportamiento elástico que adquieren las rocas cuando se someten a grandes presiones y algún tipo de circunstancia produce que se libere súbitamente la energía almacenada como se ilustra en la Figura 4 (Tarbuck, Lutgens y Tasa, 2005).

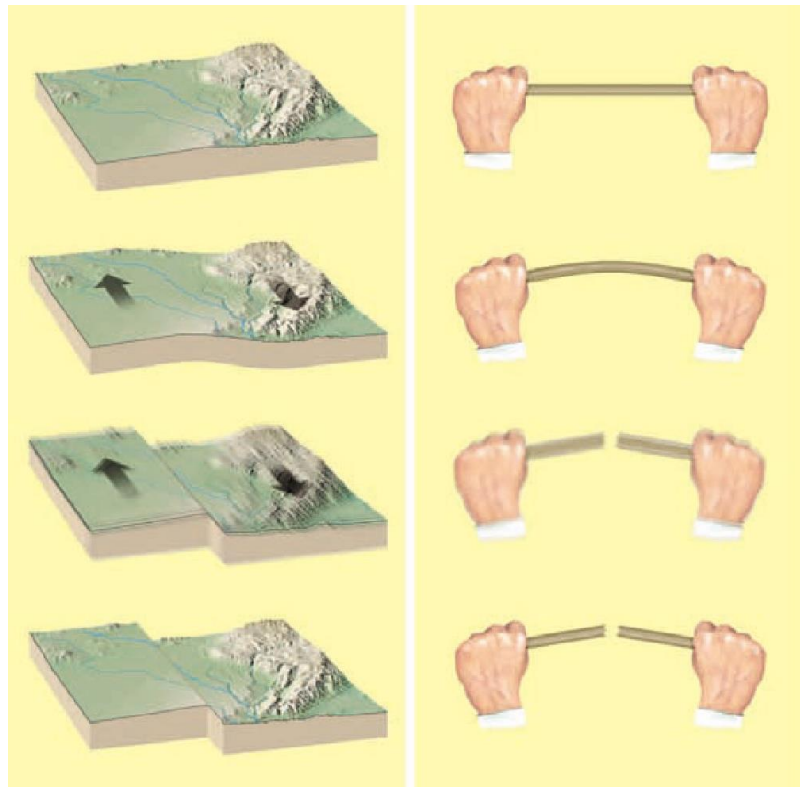


Figura 4: Representación de un rebote elástico (Tarbuck, Lutgens y Tasa, 2005).

4.3. Tipos de terremotos

Se distinguen dos tipos de terremotos dependiendo de su origen. Por un lado, están los terremotos originados naturalmente y por el otro están los terremotos causados por la acción humana o artificial (Sánchez, 1994).

Dentro del grupo de **terremotos causados naturalmente**, se dividen en cuatro grandes grupos:

- El primero de estos son los terremotos tectónicos. Este tipo de terremotos son provocados por la violenta ruptura de rocas de la litosfera terrestre, causada por la acumulación de deformación elástica constante entre las placas tectónicas. Cuando se

acumula la suficiente fuerza, se sobrepasa la resistencia del material y se produce un desplazamiento que conlleva la liberación repentina de la energía. Esta acumulación ocurre durante años pero se libera en segundos. Principalmente se generan en lugares donde las placas tectónicas están en contacto.

- El segundo tipo de terremotos es el denominado volcánico, que tiene su origen en lugares de elevada actividad volcánica. Los terremotos volcánicos se clasifican a su vez en:
 - **Terremotos tectónicos:** originados al romperse las rocas debido a cambios de la densidad de los materiales.
 - **Explosivos:** producidos por una explosión volcánica.
 - **Temblores largos:** asociados a fenómenos eruptivos o intrusivos.
 - **Terremotos de frecuencia dominante:** ligados a fenómenos eruptivos, intrusivos o de desgasificación.
- El tercer tipo de los terremotos causados naturalmente se conocen como los terremotos provocados por colapso. Están asociados al hundimiento de distintas zonas y se caracterizan por movimientos bruscos de tierra o rocas, sobre todo a lo largo de laderas.
- El cuarto y último tipo de terremotos se conoce como terremotos por impacto de meteoritos, que, tal y como indica su nombre, son los producidos por el impacto de meteoritos en la superficie terrestre y que suelen ser muy poco frecuentes.

Los terremotos provocados por la acción humana, también conocidos como terremotos artificiales, se subdividen en cuatro grandes grupos:

- Terremotos provocados por grandes embalses: surgen por la acumulación de un gran volumen de agua que provoca un aumento de fuerzas verticales ejercidas sobre las placas tectónicas, provocando, llegado un punto, una liberación brusca de energía.

- Terremotos ocurridos por explosiones nucleares: de gran intensidad, se originan cuando se produce una explosión por la realización de ensayos armamentísticos nucleares.
- Terremotos causados por explosiones en minas o canteras: de baja intensidad, tienen lugar cuando se produce una explosión en una mina o cantera.
- Terremotos artificiales por inyección o extracción de líquidos en el medio natural: conocido como *fracking*, consiste en introducir agua a alta presión que fractura las rocas y permite extraer gas o petróleo almacenado en el subsuelo.

4.4. Los terremotos en nuestro país

Según Capote et al. (2011) se han llevado a cabo diversos análisis sobre la actividad sísmica de la Península Ibérica. De dichos análisis se desprende que se pueden llegar a producir terremotos en cualquier lugar de la geografía española, aunque los de mayor magnitud no se van a producir en todas partes del territorio con la misma probabilidad.

Para entender esto hay que tener en cuenta que la Península Ibérica forma parte, en la actualidad, de la placa Euroasiática, aunque no siempre ha sido así. Durante el Mesozoico, periodo que se inició hace unos doscientos cincuenta millones de años y que finalizó hace unos sesenta y seis millones de años, la Península Ibérica era una masa de tierra que se movía de manera independiente a como lo hacía el continente europeo.

Según los autores, el golfo de Vizcaya se formó durante el Cretácico inferior, es decir, desde hace ciento cuarenta y cinco millones de años hasta los cien millones de años, poco antes del Albiense, debido a que la Península Ibérica giró en sentido antihorario durante este periodo para finalmente unirse con la placa europea cuando finalizó el periodo de la orogenia alpina, permitiendo así la formación de montañas que se produjeron durante el Cenozoico (etapa que comenzó hace sesenta y seis millones de años y que se extiende hasta la actualidad), por lo que su formación se debe al choque de dos placas continentales que

comenzó hace unos veinticinco millones de años. A partir de entonces la placa Ibérica se ha movido junto con la europea y asiática, aunque la zona interna bética no adquirió su actual localización hasta el Mioceno inferior, hace aproximadamente unos dieciséis a dieciocho millones de años.

Según Capote et al. (2011), la actividad sísmica presente en nuestro país está determinada por la convergencia que existe entre las placas Africana y la Euroasiática y es la que produce la mayor parte de la actividad sísmica de la Península Ibérica, debido a que las dos placas se acercan a una velocidad de 4 a 5 milímetros al año. A consecuencia de este movimiento se llegan a producir una serie de esfuerzos de compresión con dirección Noroeste-Sureste y de Norte a Sur. Se originan en la región que se encuentra cerca de África, más concretamente en la cordillera Bética.

Otro proceso a tener en cuenta es el de apertura del surco de Valencia, denominado *rifting*, que, aunque juega un papel menor, también es importante en lo que a la actividad sísmica de nuestro país se refiere, ya que ha generado una serie de fallas que son las causantes de los terremotos en la Cordillera Ibérica, de las Cadenas Costero-Catalanas y de las Sierras Transversales (Capote et al., 2011).

En la zona norte de la Península se encuentran zonas más antiguas y por lo tanto más fracturadas, como ocurre en los Pirineos, por lo pueden producirse movimientos sísmicos más fácilmente y así se explicarían los terremotos en el Macizo Varisco.

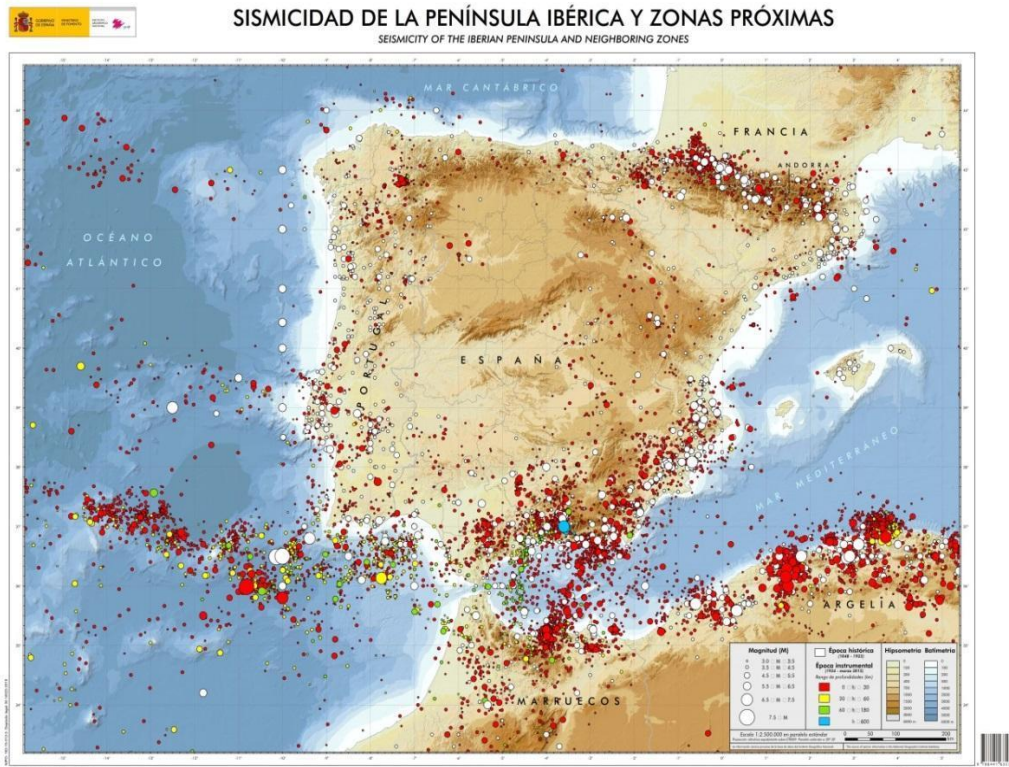


Figura 5: Mapa de actividad sísmica de la Península Ibérica (IGN, 2015). El mapa muestra la distribución de terremotos históricos documentados entre 1048 y 1923 (representados por círculos blancos) y los registrados instrumentalmente entre 1924 y 2015, estos últimos están representados por colores de acuerdo a su profundidad (rojo: 0-30 km; amarillo: 30-60 km; verde: 60-180 km y azul: >600 km). En todos los casos, el diámetro de los círculos es proporcional a la magnitud del evento.

4.5. Principales fallas activas de la Península ibérica

Las principales fallas de la Península Ibérica se agrupan en dos: las que se encuentran en el Macizo Varisco y el conjunto de orógenos intracontinentales.

El Macizo Varisco consta de siete fallas que presentan una actividad sísmica importante (Capote et al., 2011) y cuya mayor sismicidad se da en Portugal. Estas son la Falla de Chaves-Regua-Verín y la Falla de Manteigas-Vilariça-Bragança, la más investigada. De ésta se ha deducido que es una falla con doscientos kilómetros de longitud, y que fue reactivada hace nueve millones de años, durante el Cenozoico por lo que se ha estado desplazando a una velocidad mínima de 0.2 milímetros anuales hasta 0.5 milímetros anuales en los últimos dos millones de años. Además, esta falla está directamente relacionada con varios

fenómenos sísmicos importantes, uno de los cuales fue el terremoto de Moncorvo de 1751, el cual llegó a producir una intensidad de VI en la zona del epicentro (Capote et al., 2011).

En la zona centro de Portugal se encuentra la Falla de Ponsul, que es una falla activa con una dirección Noreste-Suroeste y que mide unos cien kilómetros de largo. Según los estudios realizados, en ella podrían ocurrir terremotos de magnitud siete cada nueve millones de años hasta un máximo de treinta millones de años (Capote et al., 2011).

La Falla de Plasencia se extiende desde el cabo de San Vicente hasta Ávila y los potenciales terremotos que puede llegar a presentar oscilan entre una magnitud de 6,6 hasta 7, aunque estos ocurran cada nueve millones de años (Capote et al., 2011).

En Galicia ocurrieron dos terremotos de magnitud 4,9 y 5,1 en los años 1995 y 1997 respectivamente, demostrando la actividad de las fallas presentes en esa región. Estos terremotos se atribuyeron primeramente a la Falla de Baralla y más tarde a la de Becerreá, ya que ambas están en la misma zona y comparten características similares (Capote et al., 2011).

La última de las fallas presentes en El Macizo Varisco es la Falla de Ventaniella, que se encuentra en la Cordillera Cantábrica, y que, aunque tiene una longitud de unos doscientos kilómetros, no presenta terremotos de gran magnitud.

En cuanto a los **Orógenos Intracontinentales**, hay que decir que se trata de un conjunto de accidentes geográficos que comprenden los Pirineos, la Cadena Costero-Catalana junto a las Sierras Transversales, la Cordillera Ibérica y la Cordillera Bética.

Los Pirineos contribuyen a la mayor parte de los terremotos que se producen en la Península. Las zonas más activas se localizan en las poblaciones de Bagnères de Bigorre y Arette. La Cadena Costero-Catalana está formada por las fallas que se encuentran paralelas a la

costa hasta el sur de Valencia. Además, mediante el conjunto de fallas denominadas Sierras Transversales, se une con la de los Pirineos.

Por último, están la Cordillera Ibérica y la Bética. La Cordillera Ibérica es una cadena montañosa entre placas, en la cual la sismicidad de la zona suele ser entre baja o moderada. Aun así, en esta zona existen fallas activas de gran importancia: la Falla de Concud, las fallas de Sierra Palomera y Calamocha. Mientras que la Cordillera Bética es una de las zonas sísmicas más activas de la Península Ibérica y se encuentra entre las placas Africana y Euroasiática. La velocidad a la que se aproximan entre ellas es de unos cuatro a cinco milímetros al año.

5. Características y desarrollo de la investigación

Dada la imposibilidad de haberlo podido aplicar en el aula, la investigación que se presenta a continuación consiste en una propuesta didáctica de actividad experimental interdisciplinar que deben realizar los alumnos de sexto de Educación Primaria en el aula, de manera que se fomente en ellos, en todo momento, el desarrollo de la competencia aprender a aprender. La intención es que, mediante una investigación adecuadamente dirigida, puedan adquirir un conocimiento básico sobre sismología, además de contribuir a la adquisición del resto de competencias anteriormente comentadas.

5.1. Objetivos

Los objetivos de esta propuesta didáctica son los siguientes:

- Determinar cuáles son los conocimientos previos que el alumnado tiene sobre los terremotos.
- Conocer los lugares donde se producen los terremotos más frecuentes en España.
- Establecer qué mitos existen sobre los terremotos en nuestro país.
- Conocer cuáles son los tipos de terremotos y porqué se originan.
- Entender qué estructuras tienen que colocarse en los lugares donde se producen movimientos sísmicos.
- Determinar las medidas de precaución que se deben tomar en caso de que ocurra un terremoto.

5.2. Estrategias metodológicas

Dada la situación sanitaria en la que nos encontramos, provocada por el Sars-Cov-II, las agrupaciones de los estudiantes se han modificado para respetar la distancia interpersonal de metro y medio. Con lo que, tratar de aplicar metodologías de carácter colaborativo, como la que aparece en esta propuesta didáctica podría llegar a ser contraproducente.

Por ello, esta propuesta didáctica se tendría que aplicar en otro contexto sanitario, en el que la metodología y disposición de los estudiantes implicados no supongan ningún tipo de riesgo para la salud, ni incumpla las normas establecidas por el Ministerio de Sanidad.

5.3. Propuesta didáctica

A continuación, realizaré una propuesta didáctica en la cual trataré de seguir los pasos de la metodología *Inquiry-based-learning*. Los apartados de mi propuesta didáctica no coinciden con los expuestos por Pedaste et al., (2015) debido a que he tratado de simplificarlos con el fin de adaptarlos a los cursos de Educación Primaria, tratando de seguirlos lo mejor posible.

5.4. Competencias

Las competencias que se trabajan en esta propuesta didáctica son las siguientes:

- Aprender a aprender
- Competencia lingüística
- Competencia oral
- Competencia escrita
- Competencia matemática
- Competencia digital
- Competencias sociales y cívicas

5.5. Actividades de la propuesta didáctica

Actividad 1: Introducción a la sismología

Objetivos:

Determinar cuáles son los conocimientos previos que el alumnado tiene sobre los terremotos, con el fin de orientarlos adecuadamente.

Número de sesiones: 1.

Contenidos:

- Puntos de partida o conocimientos previos.
- Iniciación a la actividad científica.
- Aproximación experimental a algunas cuestiones.

Actividad:

En esta primera sesión, el docente comenzará la clase enseñando a los alumnos/as una noticia sobre un terremoto reciente que haya tenido importancia mediática como el terremoto de Granada de enero de 2021 o alguno similar. Tras explicar lo acontecido, les pasa un cuestionario sencillo, parecido al que se puede encontrar en el Anexo I, con preguntas de carácter abierto y el propósito de tener una idea general sobre los conocimientos previos que poseen los estudiantes sobre los seísmos. Estas preguntas permitirán al docente tener un punto de partida para poder comenzar a utilizar el método científico en las sesiones que se van a destinar a aplicar la metodología *Inquiry-based learning*.

Tras recoger el cuestionario, el docente explicará que en las siguientes sesiones van a hacer de detectives a la par que científicos, pues tendrán que investigar, aprender y aplicar un conjunto de conocimientos que les convertirán en “*científicos reales*”. De esta forma llegarán a entender aspectos básicos sobre los terremotos, cómo deben comportarse si se ven afectados por uno y qué tipo de estructuras son las idóneas en los lugares con riesgo de actividad sísmica. Para ello el docente les explicará detalladamente los pasos del método científico que van a tener que seguir.

Recursos: cuestionario, papel, bolígrafos o lápices y el propio aula.

Competencias trabajadas: Competencia lectora, competencia escrita.

Actividad 2: Planteamiento de hipótesis ¿por qué suceden los terremotos?

Objetivos:

Establecer las palabras clave del tema.

Número de sesiones: 1.

Contenidos:

Palabras que se relacionan con los terremotos.

Actividad:

Esta sesión se realiza a partir del análisis que ha hecho el docente de los resultados recogidos en la encuesta inicial.

En esta sesión el docente comienza comentando en clase los resultados de la encuesta, responde a las preguntas que se le hagan y se establecen las hipótesis que guiarán la investigación y que tratarán de dar respuesta a las preguntas ¿qué es un terremoto?, ¿cómo se produce?, ¿qué lo origina? y ¿cómo puede uno protegerse de sus efectos?

El docente analizará con claridad aquellas hipótesis inviables para quedarse con las que van a ser investigadas realmente y se anotarán en la pizarra. A continuación nombra jefes de equipo a cuatro o cinco personas de la clase y les entrega un cuaderno de trabajo, físico o digital, dependiendo de los recursos tecnológicos del aula, que será el lugar en el que se recogerá la información relevante y las actividades que el docente prepare para cada grupo de investigación.

Si existen ordenadores en clase, la información obtenida en la búsqueda será guardada en un procesador de texto que sea “*user friendly*”, es decir que sea un procesador fácilmente utilizable. El más conocido capaz de cumplir esto es el procesador de textos de Microsoft.

Recursos: papel y bolígrafo para realizar anotaciones.

Competencias trabajadas: competencias sociales y cívicas, competencia digital.

Actividad 3: Planificación del trabajo y búsqueda de información.

Objetivos:

- Establecer los grupos de búsqueda de información.

- Entresacar las palabras clave para encontrar su definición.
- Definir terremoto.
- Buscar información sobre palabras clave.

Número de sesiones: 4.

Contenidos:

- Estrategias de búsqueda de información.
- Aproximación experimental a la definición de terremoto.
- Aproximación experimental a la definición de las palabras clave.
- Origen de los terremotos.
- Causas que los provocan.
- Tipos de terremotos.

Actividad

En la primera sesión de esta actividad el docente asignará 3 o 4 compañeros a cada jefe de grupo, de forma que la clase quede dividida en grupos heterogéneos de trabajo. El docente pedirá que cada grupo se identifique por un nombre y que escojan los roles del grupo, siendo los roles mínimos: portavoz, secretario, coordinador y controlador. Para comenzar cada grupo tendrán que elaborar su propio emblema en el cuaderno.

Tras formarse los grupos el docente escribirá en la pizarra una lista de palabras clave relacionadas con las hipótesis formuladas tras pasar el cuestionario inicial y sobre las que los alumnos deberán averiguar su significado. En esa lista podrán aparecer las siguientes palabras clave: falla, placa tectónica, deslizamiento, estructura, plegamiento, terremoto, escala de Richter, ruptura de placa, relieve peninsular, etc.

En la segunda sesión el docente les mostrará un vídeo educativo sobre terremotos (vídeo 1) y suministrará a los alumnos/as una serie de fuentes o medios de información y/o aquellos recursos tecnológicos necesarios para realizar las primeras búsquedas. Entre los elementos que les entregará, se encontrarán recortes de periódico, libros de texto y enlaces a diferentes páginas web que contengan información sobre seísmos. Si no disponen de muchos recursos electrónicos, el docente les proporcionará únicamente recursos de formato físico.

Una de las fuentes de información que administrará el docente será la plataforma IRIS. Cuando vayan a entrar en la página, lo primero que hará el docente será llamar la atención de los alumnos en la parte izquierda de la página, concretamente en la columna que pone “*Filters*”. Aunque la web está en su mayor parte en inglés, los diversos filtros que se pueden aplicar conducen a documentos en español.

El docente explicará que esto les facilitará la búsqueda de documentos en esta página, por lo que pondrán dos filtros: el idioma español y el nivel de los recursos a Novato. Para ello deberán hacer clic en la pestaña “*Languages*”, idiomas, y seleccionarán *Spanish*, después irán a la pestaña “*Resource levels*” y seleccionarán “*Novice*”. Una vez hecho esto, podrán poner las palabras clave, como por ejemplo la palabra terremoto y les aparecerán artículos relacionados con cada término. Para acceder a ellos deben hacer clic en el título del artículo y después los descargarán dando clic al botón “*Download*” para obtener el artículo o fichas que les parezcan relevantes. En el caso de que los estudiantes no encuentren los artículos o fichas necesarios, el docente les suministrará una serie de artículos que ya haya descargado anteriormente.

Tras finalizar la explicación y responder a las dudas cada grupo se repartirá el trabajo de búsqueda y escribirá en su cuaderno de clase la definición que ellos consideran adecuada para cada una de las palabras clave. Esta actividad la desarrollarán en dos sesiones de trabajo.

En el caso de no disponer de ningún medio tecnológico en el que buscar información, el docente les ofrecerá además el siguiente documento, un cómic elaborado por Martín, Martínez-Díaz y Lajarín (2013) “*Cuando la Tierra tiembla*”. Se trata de un documento muy visual en que se explican con diversos personajes cómo es la Tierra, cómo se producen los terremotos, etcétera.

Para finalizar la actividad de búsqueda de información de conceptos clave, cada grupo tendrá que haber escrito en su cuaderno qué es para ellos un terremoto, qué circunstancias se tienen que dar para que se origine y qué tipos de terremotos pueden existir, etcétera. Todo ello

utilizando las palabras clave cuyo significado ya han establecido en el cuaderno.

Recursos: papel y bolígrafo para realizar anotaciones, libros, revistas, fragmentos de monografías, portátiles, tabletas digitales, cuaderno de grupo, papel y bolígrafo para realizar anotaciones.

Competencias: sociales y cívicas, lingüística y digital.

Actividad 4: Análisis de datos

Objetivos:

- Representar en un mapa las fallas y terremotos de la Península Ibérica.
- Relacionar fallas con seísmos.
- Conocer los efectos que provocan los seísmos en el paisaje.
- Analizar los efectos de los seísmos en zonas pobladas.
- Conocer la actividad sísmica de Cantabria.
- Elaborar una lista con las medidas de protección en caso de terremoto.

Contenidos:

- Los terremotos en España.
- Los terremotos en Cantabria.
- Los efectos de los terremotos en el paisaje.
- Los efectos de los terremotos en las infraestructuras.

Número de sesiones: 4-5

Actividad:

El maestro entregará a los grupos una tabla en donde se recoge la intensidad de los terremotos ocurridos en España en el último siglo. Los estudiantes deberán colocar en un mapa de España los lugares en donde se localizan las fallas y tendrán que poner una pegatina de estrella en las zonas donde se han producido los terremotos más fuertes, asignando un color en función de su intensidad: rojo para intensidad muy fuerte, amarillo para intensidad moderada y verde para poca intensidad.

Tras completar el mapa los alumnos escribirán en su cuaderno de grupo si hay relación entre los lugares de fallas y los de terremotos. Además, se encargarán de contabilizar los ocurridos en Cantabria y su intensidad. La siguiente tarea de los alumnos, será volver a utilizar la plataforma que se dedica específicamente a la sismología: IRIS, que conocen y en la que buscaron previamente información general. Ahora los alumnos buscarán en IRIS información sobre los cambios que un seísmo origina en el paisaje y tendrán que anotar en su cuaderno de grupo una o dos modificaciones paisajísticas.

Además, tendrán que utilizar también IRIS para buscar los desastres en infraestructuras que han provocado los terremotos más fuertes conocidos en el mundo y hacer una lista con ellos. A continuación, tendrán que buscar información sobre los daños originados por los seísmos en España y compararlos.

La siguiente tarea consistirá en que los alumnos anoten en una lista las medidas que toma la gente en caso de terremoto. Se podrá utilizar para ello el documento comentado en la sesión anterior “*Cuando la Tierra tiembla*”, elaborado por Martín, Martínez-Díaz y Lajarín (2013).

Para finalizar la actividad 4, cada grupo redactará una pequeña memoria o informe en el cual plasmarán todo lo que han encontrado. Deberán emplear un vocabulario adecuado, tratando de acercarse al lenguaje científico.

Recursos: portátiles, tableta digital, documentos elaborados en papel

Competencias: competencia digital, comunicación lingüística, matemática.

Actividad 5: Viviendas a prueba de terremotos

Objetivo:

- Encontrar construcciones seguras para zonas de seísmos.
- Construir una estructura a prueba de terremotos

Contenidos:

- La estabilidad en las estructuras.
- La creación de estructuras trianguladas: uso de materiales y herramientas y normas de seguridad en los trabajos prácticos.

Número de sesiones: 3-4

Actividad

El docente les mostrará un vídeo sobre estructuras capaces de soportar terremotos (vídeo 2). Al finalizar su visionado, los alumnos investigarán sobre qué tipo de estructuras realizadas por el ser humano son las más idóneas para resistir la fuerza de un seísmo y, para ello, comenzarán con la realización de una práctica que consistirá en la elaboración de una maqueta de un edificio capaz de resistir un terremoto de intensidad moderada.

En su cuaderno de grupo van a decidir y dejar anotado cómo debe ser la estructura que tendrán que construir: alta, baja, ancha, estrecha, triangulada, etc. Tras ponerse de acuerdo en cómo realizarla, los alumnos deberán montarla de forma que aguante la acción de un “*terremoto casero*” que se va a generar moviendo unas carpetas o libros. Para construir la estructura los alumnos utilizarán papel y cinta adhesiva. Con el papel elaborarán tubitos que se pegarán entre sí y luego se fijarán a una tabla fina, carpeta o libro. Al finalizar la maqueta se colocará un peso en su parte superior, se probará su resistencia sometiénola a una serie de movimientos repetitivos horizontales y se anotarán los resultados en el cuaderno de grupo.

En el caso de que la estructura no sea capaz de resistir el “terremoto”, se les pedirá elaborar otra estructura que será guiada por el profesor y volverán a probarla y a anotar los resultados obtenidos.

La estructura idónea para que resista el “seísmo” tendrá que tener una forma similar a la mostrada en la Figura 6, es decir, una estructura de base ancha de forma que su centro de gravedad se encuentre situado sobre la base cuando se produzcan los movimientos.

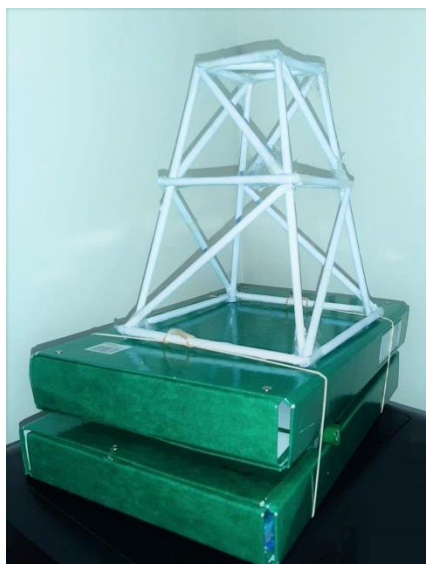


Figura 6: Proyecto de estructura triangulada, de base amplia, realizada con papel y cinta adhesiva, que mantiene un comportamiento de estabilidad, rigidez y resistencia adecuados en caso de movimientos sísmicos, simulados gracias a dos carpetas, unas gomas elásticas y rotuladores de pizarra (elaboración propia).

Recursos: palitos, papel, pegamento, celo o un adhesivo, dos tablas o libros y unos cilindros o bolitas.

Competencias: competencia matemática, cívica y social.

Actividad 6: Conclusiones

Número de sesiones: 1.

Objetivos:

- Realizar una ficha resumen.

Contenidos:

Conclusiones sobre el estudio de los seísmos.

Actividad

En esta actividad los estudiantes resumirán en dos o más páginas de su cuaderno de grupo lo que han aprendido sobre los seísmos, la modificación del paisaje en los sitios en que se originan y cómo deben construirse las estructuras en esos lugares a fin de minimizar los riesgos para los seres humanos, todo ello utilizando un vocabulario adecuado, tratando de acercarse al lenguaje científico en la medida de sus capacidades.

Recursos: papel, cuaderno de grupo (físico o digital) y bolígrafo.

Competencias: comunicación lingüística.

Actividad 7: Comunicación y reflexión de los resultados

Número de sesiones: 2.

Objetivos:

- Leer la ficha resumen.
- Reflexionar sobre los mapas.
- Determinar las estructuras idóneas en lugares de terremotos.
- Establecer estrategias de autoprotección frente a seísmos.

Contenidos:

- La exposición de la investigación.
- Las conclusiones.
- El debate.

Actividad

El docente propondrá a su clase presentar el trabajo realizado por todos los grupos mostrando los mapas y los lugares de terremotos encontrados y leerán el resumen que han escrito sobre la sismología. A continuación todos los alumnos se sentarán en el suelo para reflexionar sobre el tipo de estructuras más adecuado para construir viviendas y edificios en zonas de terremotos, se discutirá y se tomará nota sobre cuáles pueden ser las mejores medidas a tomar para protegerse de los efectos peligrosos de un seísmo.

En la siguiente sesión el profesor anota en la pizarra las medidas de protección que conocen los alumnos y, a continuación les muestra el panel informativo que proporciona la Red Sísmica Nacional del Instituto Gráfico Nacional (IGN, 2017). Tras explicarles el panel, los alumnos tienen que comprobar y anotar en su cuaderno qué cosas básicas pueden tener preparadas en el aula para ayudarles en caso de seísmo: un silbato, un botiquín, un extintor, etcétera. A continuación, les entregará fotocopias del panel para que ellos recorten las medidas que crean que son aplicables en el colegio en caso de emergencia por seísmo, las coloreen y las peguen a una cartulina que tendrá como título "*Medidas en caso de terremoto*" y en donde aparecerán los siguientes

apartados: *¿Por dónde salgo del centro?, ¿Quién me puede ayudar?, ¿Qué hago si estoy en el colegio y se produce un terremoto? ¿Qué hago si he salido al exterior del colegio? y finalmente ¿Qué hago si estoy en el coche con mis padres?*

Al finalizarlo se expondrán en los pasillos del colegio para que lo vean el resto de los estudiantes.

Recursos: documentos elaborados en papel, cartulinas, pizarra, lápices de colores y paneles.

Competencias: competencia oral, comunicación lingüística.

5.6. Criterios de evaluación

Esta propuesta didáctica se evaluará escogiendo alguno de los criterios de evaluación del Decreto 27/2014, de 5 de junio, que establece el currículo de Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Cantabria.

- ❖ Obtener información relevante sobre hechos o fenómenos previamente delimitados, a partir de la consulta de diferentes fuentes directas e indirectas y comunicando los resultados.
- ❖ Establecer conjeturas tanto respecto de sucesos que ocurren de una forma natural como sobre los que ocurren cuando se provocan, a través de un experimento o una experiencia.
- ❖ Trabajar de forma individual y cooperativa, apreciando el cuidado por la seguridad propia y de sus compañeros, cuidando los instrumentos y herramientas y haciendo uso adecuado de los materiales.
- ❖ Realizar proyectos y presentar informes.

También se realizará una evaluación de la propia actividad y de la implicación del docente tal y como queda recogido en el Anexo II.

5.7. Instrumentos de calificación

Se plantearán distintas rúbricas que tendrán relación con los criterios de evaluación anteriormente determinados, como la que se plantea en el Anexo III.

5.8. Planteamientos específicos a desarrollar en relación con la atención a la diversidad

Dado que esta propuesta didáctica puede llegar a ser difícil para aquellos estudiantes que necesiten de una adaptación curricular o necesidades específicas de aprendizaje, se modificarán los criterios de evaluación según las recomendaciones dadas por el departamento de orientación.

6. Conclusión / reflexión sobre la metodología

Como ya se comentó al inicio de esta propuesta, no se ha podido poner en práctica, debido a dos aspectos:

1. Nos encontramos en situación de pandemia originada por el Sars-Cov-II, que imposibilita la realización de trabajos que impliquen la colaboración entre los estudiantes, ya que hemos de seguir la normativa impuesta por el Ministerio de Sanidad que determina la organización de la clase, manteniendo al alumnado separado a un metro y medio de distancia. Aplicar esta metodología en este contexto podría suponer un riesgo de salud para los propios estudiantes y sus familias.
2. El otro aspecto importante fue que, a consecuencia de la pandemia y de los sucesivos confinamientos del alumnado, no ha habido tiempo de poder introducir aspectos externos al currículo ya planificado.

Por esto mismo, me ha sido imposible aplicar la metodología indagativa propuesta en un contexto real y obtener los resultados deseados. Con lo que, este apartado será reemplazado por una reflexión sobre esta metodología.

Aplicar esta metodología con las Ciencias de la Naturaleza podría llegar a favorecer un aprendizaje integral en los estudiantes puesto que posibilita la interdisciplinariedad de materias, así como la aplicación de la competencia de aprender a aprender.

La competencia aprender a aprender permite a los estudiantes obtener la capacidad para desarrollar un autoaprendizaje, en consecuencia una forma de construcción del conocimiento mucho más profunda que la que se consigue bajo un estudio ordinario. Les permitirá ser más decididos en el futuro, convirtiéndolos en ciudadanos adecuados a nuestra sociedad.

La interdisciplinariedad surge por las diversas competencias que se fomentan con las Ciencias de la Naturaleza, que, como ya he comentado en apartados anteriores, permiten utilizar el uso de las nuevas tecnologías, fomentando la competencia digital. También se desarrollan conceptos y competencias relacionadas con las matemáticas, al tratar de usar y comprender, por ejemplo fórmulas matemáticas que puedan necesitar.

Se desarrolla la competencia lectora al hacer que los estudiantes tengan que discernir la información relevante y necesaria, de la que no lo es. Además, como tendrán que exponer el trabajo realizado a la clase, se trabajarán las competencias lectora y la lingüística. Finalmente se pueden mejorar aquellas competencias cívicas y sociales, al permitirles realizar un proyecto entre varios estudiantes.

En esta propuesta didáctica he utilizado todas las fases de la metodología *Inquiry-based learning*. Algunos de los pasos, han sido unidos con otros con el fin de adaptarlos al contexto de Educación Primaria, pero la mayor parte se realizan individualmente. Al utilizar estos pasos, se permite a los estudiantes tener una primera toma de contacto con el método científico. Su puesta en práctica permitirá al alumnado adquirir destrezas que no sabían que existían, podrán formarse autónomamente y ser individuos más hábiles en el aprendizaje en el futuro. El alumno, al acercarse a la realidad y al mundo en el que vivimos, se vuelve más consciente sobre la necesidad de formación y lo que ello conlleva, permitiéndole realizar toma de decisiones más acertadas en función de las necesidades de cada momento.

Aspectos negativos de la metodología

Dado que es la primera vez que realizo este tipo de propuesta y el hecho de no haber podido ponerla en práctica en un contexto real, no me ha permitido comprobar todos los posibles aspectos negativos que pueda llegar a tener esta planificación. Aun así, puedo hacer comentarios generales de lo que he podido ver según la iba elaborando.

Como siempre ocurre en este tipo de proyectos, el docente debe realizar una detallada planificación de la actividad y a lo largo de muchas sesiones, ya que

se deberán medir o adaptar éstas según sea el progreso de sus estudiantes. Esto puede obligar al docente a tener que escoger algunos elementos del currículo que quedarán sin impartir ese curso. Además, para conseguir un auténtico aprendizaje, no se deben dejar apartados sin completar ni terminar y hay que tener en cuenta que esta metodología es bastante exigente, por lo que si se realiza en edades muy tempranas podría conseguirse el efecto contrario al que se pretende.

7. Bibliografía

- Arroyo, J (31 de enero de 2021). Terremotos, grietas y miedo en Granada. El País. Recuperado de: <https://elpais.com/espana/2021-01-30/terremotos-grietas-y-miedo-en-granada.html>
- Capote del Villar, R., Estévez, A., Santanach, P., Sanz de Galdeano, C., & Simón, J. L. (2011). ¿Dónde y por qué se producen terremotos en la Península Ibérica? *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19(3), 317-329.
- Jara, D., Cuetos, M. J., & Serna, A. I. (2015). *Didáctica de las ciencias naturales en educación primaria*. Universidad Internacional de La Rioja.
- Martínez, P. J. H. (2014). Competencias clave para el aprendizaje permanente. Un marco de referencia europeo. *Supervisión 21: revista de educación e inspección*, (34), 7. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7860165>
- Martín, J. A., Martínez-Díaz, J. J., & López Lajarín, J. M. (2013). *Cuando la tierra tiembla: terremotos y volcanes*. Ayuntamiento de Murcia.
- Monkhouse (1978) Diccionario de términos geográficos Ediciones oikos-tau Barcelona-España pp: 414-415.
- Ortega, J. G. M., García, E. G., García, M. L., & Mejías, N. E. (2006). Los laboratorios virtuales en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra: los terremotos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 14(2), pp 150-156.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T., ... & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational research review*, núm 14, pp 47-61.

Sánchez, F. V. (1994). Los terremotos y sus causas. *El estudio de los terremotos en Almería*, pp. 17-38. Instituto de Estudios Almerienses.

Saunders, W. L. (1992). The constructivist perspective: Implications and teaching strategies for science. *School science and mathematics*, 92(3), pp 136-141.

Silva, G., & Rodríguez-Pascua, Á. (2018). Terremotos y montañas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 26(1), 47-56.

Tarbuck, Lutgens y Tasa (2005). Ciencias de la Tierra UNA INTRODUCCIÓN A LA GEOLOGÍA FÍSICA. PEARSON EDUCACIÓN. Madrid. pp 307-321

Legislación

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. *Boletín Oficial del Estado*. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-12886-consolidado.pdf>

Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. (2014). Sec I. de 1 de marzo de 2014. núm 52, pp 19349 a 19420. Recuperado de: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2014/02/28/126/dof/spa/pdf>

Decreto 27/2014, de 5 de junio, que establece el currículo de Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Cantabria.

Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. (2015). *Boletín Oficial del Estado*, núm 25. Sec I, de 29 de enero de 2015 Sec. I. Pág. 6986 a 7003. Recuperado de: <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/29/pdfs/BOE-A-2015-738.pdf>

Páginas web

IGN. (2021). Informe de la actividad sísmica en Atarfe-Santa Fe (Granada).
Madrid: Instituto Geográfico Nacional - Red Sísmica Nacional.

IGN. (2015). Mapas de sismicidad y peligrosidad. Recuperado de:
<http://www.ign.es/web/ign/portal/mapas-sismicidad>

IGN. (2017). Qué hacer en caso de terremoto. Recuperado de:
<https://www.ign.es/web/resources/sismologia/ghacer/ghacer.html>

Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS) National Science
Foundation Recuperado de:
[https://www.iris.edu/hq/inclass/search#type\[\]=5&language\[\]=1](https://www.iris.edu/hq/inclass/search#type[]=5&language[]=1)

Vídeos

Vídeo 1

IRIS Earthquake Science (9 nov 2009) Resonance 3 —The BOSS model to
show building resonance in earthquake [Archivo de vídeo]
https://www.youtube.com/watch?v=OCmzvWEAV10&ab_channel=IRISEarthquakeScience

Vídeo 2

Science Max (1 feb 2019) Science Max - EARTHQUAKES - Home Experiments
[Archivo de vídeo]
https://www.youtube.com/watch?v=TLsqVjtrovo&ab_channel=ScienceMax

8. Anexos

Anexo I Cuestionario

1. ¿Qué es un terremoto?
2. ¿Cómo crees que se produce un terremoto?
3. ¿Qué consecuencias causan los terremotos?
4. ¿Qué crees que pasaría si ocurriese un terremoto en Cantabria?
5. ¿Qué harías si se produjera un terremoto ahora mismo?

Anexo II Rúbrica de evaluación de la actividad

	Puntuación			
	4	3	2	1
Temporalización	Muy adecuada, sobró tiempo	Adecuada, tiempo justo	Buena, faltó un poco de tiempo	Faltó mucho tiempo
Realización de proyectos	Se han completado todos los proyectos	Gran parte de los proyectos se han completado	Algunos proyectos quedaron sin terminar	Casi todos los proyectos no han sido terminados
Presentación de proyectos	Se han presentado todos los proyectos	Casi todos los proyectos se han presentado	Se presentaron la mitad	Se presentaron menos de la mitad
Objetivos	Se han conseguido todos los objetivos propuestos	Se ha conseguido la mayor parte de los objetivos	No se consiguieron bastantes objetivos quedaron	No se consiguió ningún objetivo

Anexo III Rúbrica de evaluación de estudiantes

	Puntuación			
	4	3	2	1
<i>Participación</i>	Ha sido muy participativo.	Ha participado en la mayor parte de las actividades.	Ha participado escasamente en las actividades.	No ha participado en ninguna actividad.
<i>Realización de actividades</i>	Ha realizado todas las actividades propuestas	Ha elaborado gran parte de las actividades propuestas	Ha elaborado poco más de la mitad de las actividades propuestas	No ha terminado ninguna actividad
<i>Colaboración</i>	Ha colaborado con todos miembros del grupo.	Ha colaborado con algunos miembros del grupo.	Ha colaborado escasamente con los miembros del grupo.	No ha colaborado con nadie.
<i>Cuaderno grupal</i>	Un cuaderno completo con mucha información, los estudiantes lo han hecho con sus propias palabras	Un cuaderno más o menos completo, tiene algunas partes con citas textuales	El cuaderno le faltan bastantes datos	Vacío o apenas contiene nada
Estructura	La estructura se ha elaborado correctamente y pasa la prueba del “terremoto”	La estructura se ha elaborado correctamente y pero no pasa la prueba del “terremoto”	La estructura está medio terminada.	No se ha terminado la estructura.